Aus der II. Inneren Abteilung des Städt. Krankenhauses Berlin-Neukölln
Chefarzt: Professor Dr. med. Fritz Trautmann

Untersuchung zum Fehlerbereich der Haemoglobinbestimmung nach Sahli

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der medizinischen Doktorwürde an der Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

Vorgelegt von
JÜRGEN SCHRADER
aus Erfurt

1962

Dekan: Professor Dr. med. Bernhard Schmidt

Referent: Professor Dr. med. Fritz Trautmann

Korreferent: Professor Dr. med., Dr. sc. hc., Dr. med. vet. hc. Dr. med. h. c. Hans Freiherr v. Kreß

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

Promoviert am: 29. 11. 1962

Die Aufgabe der vorliegenden Arbeit war eine Nachprüfung der Haemoglobinbestimmungsmethode mit dem Haematometer nach Sahli an einer Zahl von 152 Versuchspersonen und ein Vergleich der Fehlerquellen und Streuungswerte dieser Ergebnisse mit denen der Cyanhaemiglobinmethode. Als Elektrophotometer wurde das von der Firma Bergmann K-G hergestellte Gerät zu den Untersuchungen benutzt.

Literatur

Die Literatur, die die Nachteile des Sahlihaematometers hervorhebt, ist recht umfangreich.

Im Mittelpunkt aller Kritik an der Verwendung dieses Apparates steht der sogenannte Haematinfehler. Dieser Fehler, der nach Kilchling (1) in einem Drittel der Haemoglobinbestimmungen ± 8—11 %, in einzelnen Fällen sogar bis ± 15 % beträgt, ist bedingt durch Proteine des Blutes. Die sauren Lösungen des Haematins, so sagen Barkan und Olesk (2), seien keine echten Lösungen, vielmehr werde das Haematin durch Proteinteilchen, die schutzkolloidähnlich fungieren, in Suspension gehalten. Diese Proteinteilchen werden dargestellt

a) durch das bei der Haemolyse aus dem Haemoglobinmolekül freiwerdende Globulin und

b) durch Serumeiweiße.

Sie beeinflussen den Haemoglobinwert bei der Sahlimethode, indem sie einen verschiedenen Verlauf der Nachdunklungskurve beim Haematinumwandlungsprozeß gestalten.

Barkan konnte im Versuch zeigen, daß defibriniertes Blut und gewaschene Erythrozyten, auf gleiche Mengen gebracht, verschiedene Haemoglobinwerte ergeben.

Weiterhin weisen Barkan und Olesk auf einen abweichenden Verlauf der Nachdunklungskurven von Blut und Blutkörperchen bei einer Patientin mit einem Duodenalulcus hin. Durch die Anwesenheit trübender Plasmaproteide hat die Blutlösung einen steileren Nachdunklungsverlauf als die Blutkörperchenlösung.

Haurowitz, Degel und Krüger (3) fanden unterschiedliches Verhalten dieser Haematinnachdunklungskurven des Blutes auch bei Perniciosakranken. Durch Absorptionskurven konnte Haurowitz die die Beeinflussung des Haemoglobinwertes bewirkenden Stromaproteide nachweisen.

Dieser durch kein Verfahren auszuschaltende Fehler stellt nach Clotten (4) eine wesentliche Belastung der Sahlimethode dar. Haurowitz (3) betont daher, daß Sahlihaemoglobinbestimmungen nur von Wert sind, wenn es sich um Lösungen, frei von derartigen trübenden Substanzen, handelt.

Eine weitere, häufige Fehlerquelle der Sahlihaematometermethode stellen ungeeignete Ablesungszeiten dar, die nach Daneberg (5) eine durchschnittliche Fehlerbreite von ± 6% hervorrufen.

Nach Kilchling (1) beträgt die vollständige Umwandlung des Haemoglobins in salzsaures Haematin 60 Minuten. Sie verläuft in Form einer Hyperbel, wobei während der ersten Minuten die Umsetzung am größten ist. Daher kommt dem Zeitpunkt der Ablesung dieses Haematinumwandlungsprozesses große Bedeutung zu. Kilchling (1) und Clotten (4) betonen, daß bei einer Ablesungszeit von zwei Minuten, gegenüber der von drei Minuten, ein um 8% zu niedrig liegender Hb-Wert gefunden wird. Schulten gibt eine Ablesungszeit von 1 Minute, Rostoski von 5 Minuten, Komiya, Katakura von 10 Minuten unter Erwärmung des Salzsäure-Blut-Gemisches auf 30 bis 60 Grad an, während die Deutsche Gesellschaft für Innere Medizin 1933 als Ablesungszeit 3 Minuten empfahl.

Nach Kilchling (1) stellt die spektrale Zusammensetzung des zur Sahlihaemoglobinbestimmung verwendeten Lichtes eine so große Fehlerquelle dar, daß nur Tageslicht benutzt werden sollte. Da das Tageslichtspektrum tageszeitliche und witterungsbedingte Schwankungen aufweist, sei auch hierbei mit Störungen zu rechnen. Schließlich sind

jahreszeitliche Haemoglobinschwankungen von Interesse. Druckery und Danneberg (6) haben im Frühjahr einen 0,5 % höher liegenden Haemoglobinwert als im Spätsommer und Herbst gefunden.

Weiterhin wird in der Literatur die bei der Verwendung des Sahlihaematometers individuell verschieden erfolgende Beurteilung der Haemoglobinwerte betont. Nach Druckery und Danneberg (6) hatten 7 Untersucher, die an identischen Blutproben wiederholte Messungen vornahmen, eine Fehlerbreite von ± 4,2 %. Die Beurteilung der Farbgleichheit von Haematinröhrchen und Vergleichsstäben ist besonders bei farbuntüchtigen Personen fehlerhaft. Nach Kilchling (1) unterscheiden sich Durchmesser und Skalen der Vergleichsröhrchen bei verschiedenen Herstellungsfirmen. Dieses trifft auch bei gleichen Firmen zu, wenn die Glasröhrchen aus verschiedenen Schmelzen stammen. Die Verwendung falscher Hb-Vergleichsröhrchen sei eine der häufigsten Ursachen von Meßfehlern und führe zu Fehlern bis zu ± 20 %.

Kilchling (1) und Clotten (4) führen bei der kritischen Betrachtung des Sahliapparates an, daß die Farbglasstäbe wohl eine unbegrenzte Farbintensität haben, aber bezüglich der Lichtdurchlässigkeit, dem Farbton und der Dicke untereinander differieren.

Schließlich wird in der Literatur als Fehlerquelle der Sahlimethode die Ungenauigkeit der Pipetten hervorgehoben. Danneberg (5) gibt den durchschnittlichen Pipettenfehler, bedingt durch mangelhafte Eichung, mit ± 3 %, Kilchling (1) mit ± 10 % an. Nach Clotten (4) führen Beschädigungen der Pipettenspitzen zu Meßfehlern von 30 bis 80 %. Diese Fehlerquelle trifft natürlich für alle Haemoglobinbestimmungsmethoden zu.

Remmer (7) gibt die Fehler des Sahlihaematometers unter kontrollierten Bedingungen auf Grund der oben aufgeführten Fehlerquellen von ± 15 % an. Hinzu kommt noch eine ungenaue Eichung der Instrumente, die zu einem Gesamtfehler von ± 20 bis 30 % führt. Wenn solche Unterschiede nicht häufig gefunden würden, dann sei das erklärlich dadurch, daß sich die einzelnen Fehler untereinander ausglichen.

Barkan (8) verglich das Zeis-Ikon-Haematometer, das wie der Sahliapparat den Haematinwert angibt, mit Elektrophotometern und fand bei 10 Untersuchungen einen durchschnittlich 9,7 % zu niedrig liegenden Haemoglobinwert bei der Haematinmethode. Barkan korrigierte diesen Haematometerwert durch Multiplikation mit einem von ihm errechneten Korrekturfaktor von 1,107. Trotz dieser Korrektur sei jedoch die Haematinmethode unzuverlässig.

Druckery und Danneberg (6) geben die Fehlerbreite der Sahlimethode mit ± 9,1 % an. (Verglichen mit den Werten der reduzierten Haemoglobinbestimmung am Stufenphotometer.)

Betke und Savelsberg (9) verweisen ebenfalls auf die Fehlerquellen der Haematinmethode. Sie schlagen vor, in Anbetracht der Stabilität der Cyanhaemiglobinlösung, den Sahliapparat mit Cyanhaemiglobin anstelle des Haematins zu verwenden (unter Benutzung eines geeigneten Glasstandards).

Nur wenige Autoren verteidigen dagegen die Verwendung des Sahlihaematometers. Clotten (4) hält bei einer Gegenüberstellung der Sahli- mit der Cyanmethaemoglobinmethode, trotz aller Überlegenheit der letzteren, es nicht für notwendig, den Sahliapparat zu verwerfen. Er empfiehlt aber, das Sahliinstrument durch die Cyanmethaemoglobinmethode zu eichen.

Ebenso bezeichnet J. von Boros (Lehrbuch der klinischen Haematologie, 4. Auflage, 1960) die Haematinbestimmungsmethode in Anbetracht der von ihm ermittelten Fehlerbreite dieser Methode von ± 8 % für praktische Zwecke selbst in der Klinik noch als akzeptabel.

Methodik

Ich führte Haemoglobinuntersuchungen mit dem Sahlihaematometer im Vergleich zur Cyanhaemiglobinmethode aus. Bei der Verwendung des Sahliapparates benutzte ich grundsätzlich Tageslicht. Ich arbeitete möglichst am gleichen Fenster. Dabei sah ich keine Beeinflussung der Ergebnisse durch den Wechsel der Bewölkung.

Weiterhin benutzte ich stets dasselbe Haematometer auf Grund der beschriebenen Farbstäbchendifferenzen.

Die Benutzung lediglich eines Vergleichsröhrchens dagegen, erscheint bei mehreren Haemoglobinuntersuchungen in größeren Laboratorien mir praktisch unmöglich. Ich verwendete Vergleichsröhrchen einer Firma (Marke: Resistance), nachdem ich diese bezüglich ihres Rauminhaltes geeicht hatte.

Bei der Untersuchung fabrikneuer, vom Herstellerwerk geeichter Pipetten der Firma „Colordur" fand ich eine durchschnittliche Fehlerbreite von ± 0,5 %. Diese Eichung führte ich bei 30 Pipetten mit einer Methylenblaulösung aus, zog diese bis zur Marke auf, versetzte sie mit der Transformationslösung und stellte die Extinktionsdifferenzen fest. Amtlich geeichte und damit 3 bis 4mal höher im Preise liegende Pipetten halte ich auf Grund dieser Werte nicht für notwendig.

In Anbetracht der Temperaturabhängigkeit des Haematinumwandlungsprozesses arbeitete ich mit dem Sahliapparat

in Laboratorien, die auch jahreszeitlich geringe Temperaturunterschiede zeigten.
Zur Einhaltung des von der Deutschen Gesellschaft für Innere Medizin angegebenen Ablesungszeitpunktes des Sahliapparates mit 3 Minuten arbeitete ich grundsätzlich mit einer Stoppuhr.
Um die Haemoglobinbestimmung mittels des Sahlihaematometers exakter zu gestalten, benutzte ich anstelle der üblichen Pipetten, mit denen Aqua dest. der Haematinlösung zugefügt wird, eine Rekordspritze, die mit einer 2er Kanüle versehen war. Dadurch waren die Aqua-dest-Tropfen kleiner, und die Ablesung war genauer.
Die in der Literatur aufgezeigten Unterschiede in der Bewertung der Farbgleichheit durch mehrere Untersucher entfallen hier, da die Haemoglobinmessungen von mir vorgenommen worden sind.
Bei Voruntersuchungen fand ich beträchtliche tageszeitliche Schwankungen der Haemoglobinwerte eines Patienten. Nach Nahrungs- und besonders nach Flüssigkeitsaufnahme beobachtete ich als Folge der Hydraemie niedrigere Haemoglobinwerte.

		Extinkt. wert	Hb (Elektrophot)
Lambrecht, O. 84 J.	8.30 h	0,33	16,3 g%
M 698		0,338	16,7 g%
	13.00 h	0,23	11,6 g%
		0,22	11,0 g%
	19.30 h	0,292	14,4 g%
		0,29	14,5 g%
	9.00 h	0,31	15,3 g%
		0,32	15,8 g%
	13.00 h	0,305	15,1 g%
		0,312	15,4 g%
Gramens, W. 73 J.	12.00 h	0,345	16,9 g%
M 662 I		0,345	16,9 g%
	17.00 h	0,338	16,7 g%
		0,33	16,3 g%
Kopsch, G. 57 J.	9.00 h	0,25	12,5 g%
M 3825		0,252	12,6 g%
	13.00 h	0,275	13,7 g%
		0,272	13,6 g%

Daher sollten Haemoglobinbestimmungen am nüchternen Patienten vorgenommen werden.

Die vergleichenden Haemoglobinuntersuchungen führte ich mit Ohrläppchenblut aus. In Voruntersuchungen verglich ich die Haemoglobinwerte von Acrenblut mit denen durch Venenpunktion gewonnenen Blut. Um eine Verdünnung des Blutes durch Gewebsflüssigkeit zu verhindern, vermied ich einen stärkeren Druck auf das Ohrläppchengewebe, wie er häufig bei nicht allzu tiefem Stich und bei

Bedarf größerer Blutmengen ausgeübt wird. Die Haemoglobindifferenzen zwischen Venen- und Acrenblut waren unter diesen Umständen sehr gering. Ich fand folgende Vergleichswerte:

		Extinkt. wert	Hb (Elektrophot)
Böhm, M. 80 J.	Vene:	0,305	15,1 g%
M 156		0,303	15,1 g%
	Ohr:	0,305	15,1 g%
		0,302	15,0 g%
Beckmann, F. 65 J.	Vene:	0,315	15,5 g%
M 726		0,322	15,9 g%
	Ohr:	0,313	15,4 g%
		0,311	15,3 g%
Hertel, G. 65 J.	Vene:	0,3	14,9 g%
M 679		0,305	15,1 g%
	Ohr:	0,29	14,4 g%
		0,295	14,6 g%
Wodicka, W. 74 J.	Vene:	0,26	13,0 g%
M 718		0,26	13,0 g%
	Ohr:	0,267	13,3 g%
		0,26	13,0 g%
Alemann, O. 79 J.	Vene:	0,195	9,8 g%
M 640		0,178	9,1 g%
	Ohr:	0,175	9,8 g%
		0,179	9,1 g%

Die Hb-Bestimmung von Ohrläppchenblut stellt daher keine wesentliche Fehlerquelle dar.

Zum Vergleich der Sahlihaematometerwerte wandte ich die Cyanhaemiglobinmethode an. Diese Hb-Bestimmung nach Stadie, Drabkin und Austin beruht auf der Oxydation des Hb in Haemoglobin durch Kaliumferricyanid, welches wiederum durch Kaliumcyanid in Cyanhaemiglobin umgesetzt wird. Man verwendet eine sogenannte Transformationslösung in folgender Zusammensetzung:

200 mg Kaliumferricyanid
50 mg Kaliumcyanid
1000 mg Natriumbicarbonat

4 ml dieser Lösung werden mit 0,02 ml Blut versetzt. Ich bestimmte die Lichtabsorption der Lösung mittels des Bergmann-Photoelektrometers bei einem Filter von 540 mμ.

Bei Voruntersuchungen verwendete ich eine von der Firma Bergmann K-G angegebene Extinktionskurve, die gestattete, vom Amperemeter des Apparates aufgezeigte Werte in g% Hb umzurechnen. Der Faktor, mit dem der Extinktionswert multipliziert den Haemoglobinwert ergibt, der Extinktionsfaktor, betrug bei dieser Kurve 38,89. Unter Verwendung der Kurve stellten sich jedoch beträchtliche Hb-Differenzen zwischen den Sahli- und den elektro-

photometrischen Werten ein. Ich stellte mir daraufhin eine eigene Extinktionskurve für das Bergmann-Photometer her. Hierzu verwendete ich einen Cyanhaemiglobinstandard der Firma Asid, indem ich eine Verdünnungsreihe dieser Lösung anfertigte und von den einzelnen Verdünnungsstufen die Extinktionswerte graphisch darstellte (s. Abb. 1).

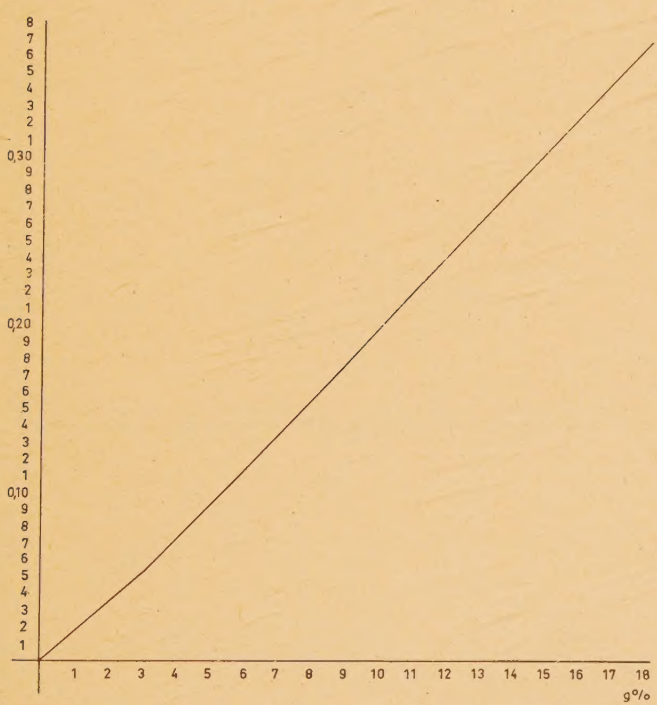

Abb. 1

Der so gewonnene Extinktionsfaktor liegt um 50,0. Kurve I habe ich zugrunde gelegt bei der Umrechnung meiner Extinktionswerte in g% Hb.
Abbildung 2 stellt die von der Firma Bergmann gelieferte Extinktionskurve (A) mit der von mir durch Standards ermittelten Kurve (B) gegenüber (Kurve C s. unten).
In Abbildung 3 habe ich die Extinktionswerte auf die Sahli-Haemoglobinwerte in g% bezogen. Erstere werden als Ordinate, letztere als Abszisse dargestellt. Durch Summation dieser Werte, getrennt in jeweilige Bereiche von 1 g% auf der Abszisse, und anschließend mittels Division der Summe der Extinktionswerte durch ihre Anzahl, erhielt ich die Mittelwerte, die ich in Abb. 3 dick markierte. In Abb. 2

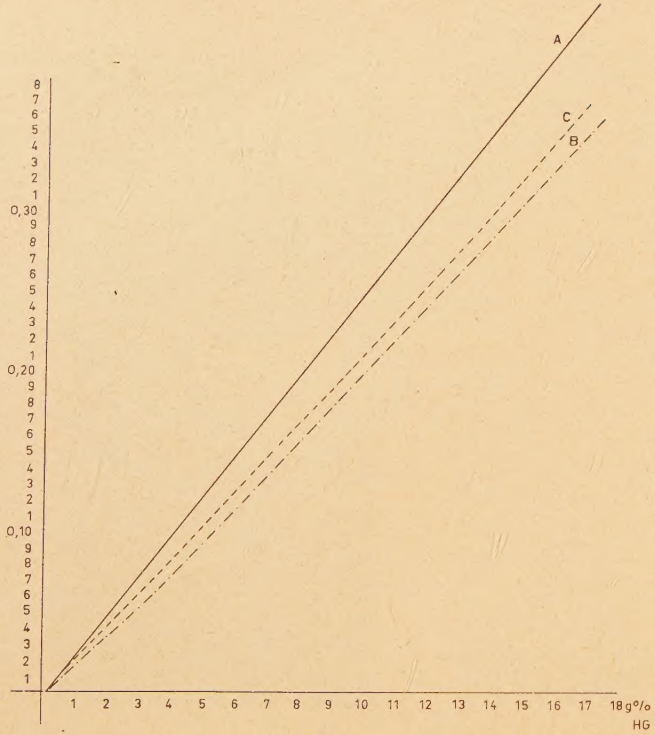
A
C
B
0,30
0,20
0,10
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 g%
HG

Abb. 2

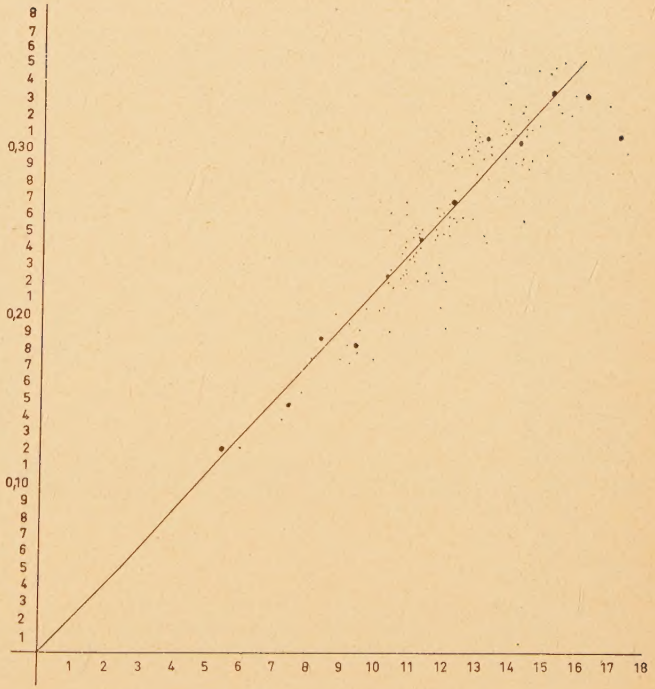
0,30
0,20
0,10
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

Abb. 3

werden diese Mittelwerte durch die Kurve C dargestellt. Letztere wäre also Grundlage der Umrechnung der Extinktionswerte in g% Hb, wenn Sahli- und Cyanhaemiglobinmethoden übereinstimmende Ergebnisse zeitigten.

Die Differenzen zwischen beiden Meßmethoden habe ich nochmals dargestellt in Abbildung 4. Auf der Abszisse sind

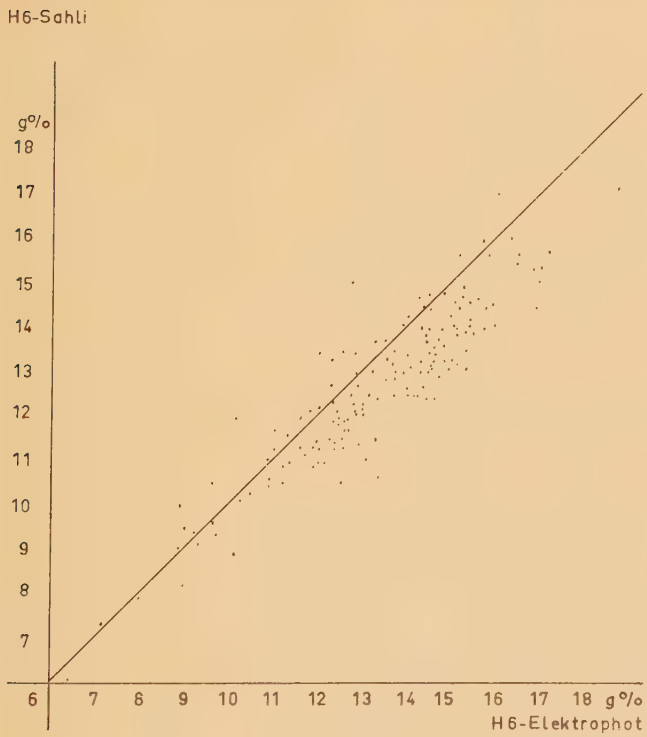

Abb. 4

die Elektrophot-, auf der Ordinate die Sahlihaemoglobinwerte eingezeichnet. Die Abweichung von der Mittellinie (Hb-Sahli = Hb-Elektrophot) ist gering.

Abbildung 5 zeigt den relativen Fehler der Sahlimethode unter der Voraussetzung, daß der Elektrophothaemoglobinwert ein absolut richtiger ist. Die Abszisse stellt Hb-Elektrophot dar, die Ordinate den relativen Fehler $\triangle$, den ich errechnet habe nach der Formel:

$$\triangle = \frac{\text{Hb-Sahli} - \text{Hb-Elektrophot}}{\text{Hb-Elektrophot}} \times 100$$

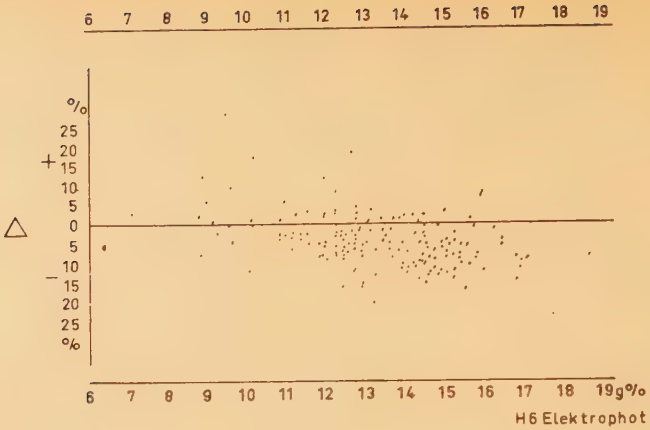

Abb. 5

Experimentelle Ergebnisse

Nov. 1960 Stat. 26	Hb (Sahli)	Extinktwert	Hb (Elektrophot)	△
Grunemann, P. 84 J. M 3995	11,6 g%	0,21 0,24	10,6 g% 12,0 g%	+ 2,6 %
Pawlowitz, B. 70 J. M 3280	11,2 g% 11,5 g%	0,22 0,22	11,0 g% 11,0 g%	— 2,7 %
Specht, A. 52 J. M 3855	14,0 g%	0,315	15,5 g%	— 9,7 %
Neumann, H. 49 J. M 4399	13,0 g%	0,29	14,4 g%	— 9,7 %
Schulz, I. E. 71 J. M 75 I	15,0 g%	0,255	12,7 g%	+ 18,1 %
Willuschat, H. 43 J. M 4322	13,0 g%	0,275	13,7 g%	— 5,1 %
Humboldt, W. 78 J. M 4299	13,0 g%	0,31 0,325	15,3 g% 16,0 g%	— 16,7 %
Schulz II, G. 85 J. M 75 I	10,0 g%	0,173	8,9 g%	+ 12,4 %
Dietert ,H. 85 J.	10,5 g%	0,24	12,0 g%	— 5,4 %

Jan. 1961 Stat. 15	Hb (Sahli)	Extinktwert	Hb (Elektrophot)	△
Jan. 1961 Stat. 26				
Treinies, H. 54 J.	9,0 g%	0,17	8,7 g%	+ 2,4 %
M 1021		0,176	9,0 g%	
Sell, R. 57 J.	14,0 g%	0,31	15,3 g%	— 11,8 %
M 119 I	13,0 g%	0,31	15,3 g%	
v. Scheven, K. 77 J.	14,0 g%	0,29	14,4 g%	— 2,1 %
M 60 I		0,287	14,3 g%	
Viehweg, M. 77 J.	11,0 g%	0,245	12,2 g%	— 9,1 %
M 4360	11,0 g%	0,24	12,0 g%	
Henschel, E. 61 J.	11,5 g%	0,24	12,0 g%	— 3,5 %
M 248	10,5 g%	0,215	10,8 g%	
Richter, H. 31 J.	13,4 g%	0,285	14,2 g%	— 9,8 %
M 213 I	12,4 g%	0,29	14,4 g%	
Gerulat, F. 81 J.	12,4 g%	0,30	14,9 g%	— 15,0 %
M 44 I	12,4 g%	0,29	14,4 g%	
Jan. 1961 Stat. 15				
Bauch, M. 60 J.	14,0 g%	0,298	14,2 g%	— 5,4 %
M 31 I		0,3	14,9 g%	
Flemert, P. 64 J.	13,8 g%	0,31	15,3 g%	— 6,0 %
M 120 I	14,4 g%	0,295	14,7 g%	
Marquard, P. 74 J.	11,0 g%	0,26	13,0 g%	— 15,4 %
M 94	11,0 g%			
Waberski, O. 62 J.	8,5 g%	0,178	9,1 g%	— 7,9 %
M 250	8,0 g%	0,17	8,7 g%	
Blumberg, K. 57 J.	14,2 g%	0,275	13,8 g%	+ 1,4 %
M 125 I	14,0 g%	0,283	14,1 g%	
Linke, G. 48 J.	12,5 g%	0,285	14,2 g%	— 11,9 %
M 3169	13,1 g%	0,278	13,9 g%	
	13,8 g%	0,27	13,5 g%	— 1,5 %
Borchert, E. 29 J.	13,5 g%	0,29	14,4 g%	+ 0,7 %
M 35 I	15,5 g%	0,29	14,4 g%	
Semmler, K. 20 J.	16,0 g%	0,315	15,5 g%	+ 1,9 %
M 151	16,0 g%	0,322	15,9 g%	
Wolff, M. 25 J.	12,0 g%	0,262	13,1 g%	— 6,8 %
M 584	12,8 g%	0,27	13,5 g%	
Böhm, M. 81 J.	15,4 g%	0,305	15,1 g%	+ 4,0 %
M 156	16,0 g%	0,302	15,0 g%	
Schmidt, M. 60 J.	13,4 g%	0,245	12,2 g%	+ 11,7 %
M 78 I		0,238	11,9 g%	

Febr. 1961 Station 15	Hb (Sahli)	Extinktwert	Hb (Elektrophot)	△
Februar 1961				
Stat. 15				
Klose, H. 52 J.	16,0 g%	0,32	15,8 g%	— 1,2 %
M 563	16,2 g%	0,34	16,8 g+	
Fregin, G. 47 J.	14,0 g%	0,287	14,3 g%	+ 2,8 %
M 562	15,4 g%	0,287	14,3 g%	
Wolff, M. 25 J.	17,2 g%	0,326	16,1 g%	+ 7,5 %
M 584		0,320	15,8 g%	
Horn, P. 78 J.	13,5 g%	0,27	13,5 g%	— 4,3 %
M 387	13,4 g%	0,292	14,5 g%	
Schultz, H. 78 J.	15,0 g%	0,352	17,2 g%	— 11,8 %
M 648		0,34	16,8 g%	
Böhm, M. 80 J.	12 g%	0,19	9,7 g%	+ 17,6 %
M 156		0,217	10,8 g%	
Stat. 26				
Krünelke, A. 18 J.	13,4 g%	0,266	13,2 g%	+ 0,8 %
M 459 I	13,0 g%	0,26	13,0 g%	
Gramens, W. 73 J.	17,0 g%	0,382	18,7 g%	— 8,0 %
M 662 I	17,5 g%	0,382	18,7 g%	
Lambrecht, O. 84 J.	16,0 g%	0,33	16,3 g%	— 4,8 %
M 698	15,5 g%	0,338	16,7 g%	
Beckmann, F. 65 J.	15,0 g%	0,313	15,4 g%	— 2,0 %
M 726	15,0 g%	0,311	15,3 g%	
Theuergarten, W. 70 J.	10,8 g%	0,22	11,0 g%	— 2,7 %
M 3688	11,0 g%	0,228	11,5 g%	
Hertel, G. 65 J.	14,4 g%	0,29	14,4 g%	0 %
M 679	14,6 g%	0,295	14,6 g%	
Kopsch, G. 57 J.	11,6 g%	0,25	12,5 g%	— 9,6 %
M 3825	11,0 g%	0,252	12,6 g%	
Wodicka, W. 74 J.	12,6 g%	0,267	13,3 g%	— 4,6 %
M 718	12,4 g%	0,26	13,0 g%	
Alemann, O. 79 J.	9,2 g%	0,175	8,9 g%	+ 5,5 %
M 640	9,8 g%	0,179	9,1 g%	
Pappe, R. 92 J.	12,6 g%	0,255	12,7 g%	+ 8,1 %
M 180 I	14,0 g%	0,24	12,0 g%	
Truhn, R. 75 J.	13,0 g%	0,28	14,0 g%	— 6,5 %
M 4384	13,0 g%	0,278	13,9 g%	
Meyer, F. 78 J.	13,2 g%	0,31	15,3 g%	— 9,7 %
M 2625	13,0 g%	0,275	13,7 g%	

Stat. 26	Hb (Sahli)	Extinktwert	Hb (Elektrophot)	△
Stat. 26				
Keruke, O. 67 J.	10,8 g%	0,218	10,9 g%	— 3,7 %
M 561	10,2 g%	0,22	11,0 g%	
Rothe, O. 63 J.	11,6 g%	0,27	13,5 g%	— 11,7 %
M 716 I	11,0 g%	0,264	13,2 g%	
Dietert, H. 85 J.	12,6 g%	0,26	13,0 g%	— 5,4 %
M 4003	12,0 g%	0,26	13,0 g%	
Wenske, H. 31 J.	15,8 g%	0,36	17,7 g%	— 8,1 %
M 411 I		0,34	16,8 g%	
Habicht, P. 84 J.	14,0 g%	0,285	14,2 g%	— 8,2 %
M 951 I	12,4 g%	0,30	14,9 g%	
Herrmann, P. 87 J.	8,0 g%	0,157	8,1 g%	0 %
	7,8 g%	0,15	7,7 g%	
Meyer, K. 28.J.	14,8 g%	0,292	14,5 g%	+ 2,1 %
M 334 I	14,8 g%	0,292	14,5 g%	
Rechenberg, K.	14,4 g%	0,302	15,0 g%	— 5,2 %
M 293 I	14,8 g%	0,320	15,8 g%	
Nickel, K.	12,0 g%	0,26	13,0 g%	— 7,7 %
M 3956 I	12,0 g%	0,26	13,0 g%	
Michalski, H. 20 J.	14,0 g%	0,26	13,0 g%	+ 3,8 %
M 386	13,5 g%	0,27	13,5 g%	
Owsianny, A. 73 J.	12,0 g%	0,25	12,5 g%	— 1,6 %
M 4115 I	13,0 g%	0,26	13,0 g%	
Hanke, G. 31 J.	12,0 g%	0,303	15,1 g%	— 11,3%
M 3049	14,6 g%	0,3	14,9 g%	
Nachtigall, H. 54 J.	12,5 g%	0,17	8,7 g%	+ 28,3 %
M 530 I	12,0 g%	0,204	10,3 g%	
Gramens, W. 73 J.	14,4 g%	0,345	16,9 g%	— 14,2 %
M 662 I	14,6 g%	0,345	16,9 g%	
Wessel, O. 68 J.	14,0 g%	0,306	15,2 g%	— 7,9 %
M 374	14,0 g%	0,31	15,3 g%	
	13,9 g%	0,29	14,4 g%	— 3,4 %
	14,0 g%	0,295	14,6 g%	
Czilwa, H. 39 J.	6,0 g%	0,118	6,3 g%	— 6,2 %
M 375	6,0 g%	0,124	6,5 g%	
Denske, K. 83 J.	12,0 g%	0,23	11,6 g%	+ 3,4 %
M 921				
Hübner, M. 78. J	10,2 g%	0,26	13,3 g%	— 20,3 %
M 4401	11,0 g%			
Scharff, M. 47 J.	12,0 g%	0,22	11,0 g%	+ 6,4 %
M 395 I	11,4 g%	0,22	11,0 g%	
Zybitzki, K. 47 J.	14,0 g%	0,31	15,2 g%	— 11,9 %
M 389	14,0 g%	0,342	16,9 g%	

Stat. 28	Hb (Sahli)	Extinktwert	Hb (Elektrophot)		△
Stat. 26					
Müller, R. 56 J.	14,5 g%	0,310	15,2 g%	—	4,6 %
M 4289	14,6 g%	0,31	15,2 g%		
Müller, R. 56 J.	15,2 g%	0,29	14,4 g%	+	0,2 %
M 4289	14,6 g%	0,3	14,9 g%		
Tietz, W. 71 J.	13,0 g%	0,25	12,5 g%	+	8,0 %
M 204	14,0 g%	0,25	12,5 g%		
Kurz II, A. 54 J.	15,8 g%	0,32	15,8 g%	—	0,6 %
M 704	15,6 g%	0,32	15,8 g%		
Guschewski, E. 75 J.	10,0 g%	0,19	9,6 g%	+	9,4 %
M 538	11,0 g%	0,19	9,6 g%		
Riemer, W. 78 J.	14,2 g%	0,32	15,8 g%	—	8,2 %
M 793	15,0 g%	0,325	16,0 g%		
Schröder, F. 69 J.	13,4 g%	0,265	13,2 g%	+	1,5 %
M 830	14,0 g%	0,275	13,7 g%		
Gehrke, E. 65 J.	13,3 g%	0,262	13,1 g%	+	2,9 %
M 701 I	13,2 g%	0,285	14,2 g%		
Duwe, O. 83 J.	11,0 g%	0,236	11,8 g%	—	5,0 %
M 74 I	11,6 g%	0,240	11,0 g%		
Runge, R.	11,0 g%	0,215	10,8 g%	+	0,9 %
M 800 I	11,0 g%	0,22	11,0 g%		
Schwartz, W.	9,3 g%	0,182	9,3 g%	—	2,1 %
M 813 I	9,0 g%	0,182	9,3 g%		
Wendt, H. 55 J.	12,6 g%	0,253	12,6 g%	—	2,4 %
M 851 I	12,0 g%	0,252	12,7 g%		
Hess, A. 61 J.	10,8 g%	0,212	10,8 g%	—	2,7 %
M 434 I	10,5 g%	0,22	11,0 g%		
Reisiger, O. 77 J.	12,0 g%	0,24	12,0 g%	+	1,7 %
M 4146 I	12,4 g%	0,24	12,0 g%		
Buschmann,	12,0 g%	0,252	12,6 g%	—	5,5 %
(ambulant)	12,2 g%	0,26	13,0 g%		
Galitschke, R. 80 J.	13,0 g%	0,25	12,5 g%	+	4,7 %
M 853	13,9 g%	0,265	13,2 g%		
Wilhelm, P. 71 J.	13,7 g%	0,278	13,9 g%	+	0,7 %
M 490	14,2 g%	0,276	13,8 g%		
Kurz I, W. 57 J.	14,0 g%	0,274	13,7 g%	+	2,1 %
M 666 I	14,6 g%	0,288	14,2 g%		
Busch, K. 72 J.	10,6 g%	0,218	10,9 g%	—	6,2 %
M 4217	10,5 g%	0,23	11,6 g%		
Murek, P. 61 J.	11,2 g%	0,234	11,8 g%	—	0,5 %
M 841	11,4 g%	0,242	12,1 g%		

März 1961 Stat. 28	Hb (Sahli)	Extinktwert	Hb (Elektrophot)		△
Stat. 26					
Hasse, W. 64 J.	13,0 g%	0,262	13,1 g%	—	4,4 %
M 279 I	12,8 g%	0,278	13,9 g%		
	12,1 g%	0,24	12,0 g%	—	3,2 %
	11,8 g%	0,255	12,7 g%		
Zach, W. 73 J.	9,2 g%	0,175	8,9 g%	+	6,9 %
M 914 I	9,4 g%	0,188	9,5 g%		
	9,8 g%	0,186	9,4 g%		0 %
	9,5 g%	0,195	9,8 g%		
Templin, R. 60 J.	11,0 g%	0,23	11,6 g%	—	5,1 %
M 153	11,2 g%	0,236	11,8 g%		
Unruh, G. 72 J.	12,9 g%	0,27	13,5 g%	—	5,8 %
M 945 I	13,0 g%	0,28	14,0 g%		
Kroll, W. 56 J.	12,6 g%	0,242	12,1 g%	+	3,2 %
M 927 I	12,8 g%	0,252	12,6 g%		

März 1961 Stat. 28					
Eike, G. 52 J.	11,6 g%	0,248	12,4 g%	+	5,5 %
M 1158 II	12,2 g%	0,258	12,9 g%		
Hämmerer, E. 55 J.	12,2 g%	0,254	12,7 g%	—	3,9 %
M 831 II	12,4 g%	0,26	13,0 g%		
Weißelberg, H.	12,7 g%	0,27	13,5 g%	—	8,8 %
M 1122 II	12,4 g%	0,278	13,9 g%		
Sprycha, M. 70 J.	12,1 g%	0,26	13,0 g%	—	3,9 %
M 1384 I	12,5 g%	0,255	12,7 g%		
Schw. Erika	12,0 g%	0,255	12,7 g%	—	6,9 %
(ambulant)	12,2 g%	0,268	13,4 g%		
Löbel, A. 59 J.	12,2 g%	0,25	12,5 g%	—	6,2 %
M 1119 I	11,9 g%	0,262	13,1 g%		
Madrian, F.	11,4 g%	0,262	13,1 g%	—	13,5 %
1003 II	11,7 g%	0,272	13,6 g%		
	11,4 g%	0,246	12,3 g%	—	7,3 %
	11,5 g%	0,247	12,3 g%		
Wolff, M. 70 J.	11,1 g%	0,248	12,4 g%	—	8,1 %
M 1015 II	11,5 g%	0,246	12,3 g%		
Tztscheetzsch,G. 40 J.	14,4 g%	0,32	15,8 g%	—	8,2 %
M 1193	14,7 g%	0,32	15,8 g%		

Stat. 28	Hb (Sahli)	Extinktwert	Hb (Elektrophot)		△
Stat. 26					
Schellhorn, G.	13,0 g%	0,262	13,1 g%	—	1,5 %
M 1123	13,6 g%	0,28	14,0 g%		
März 1961					
Stat. 28					
Sommerfeld, F. 33 J.	15,4 g%	0,33	16,3 g%	—	5,5 %
M 1245 I	15,8 g%	0,34	16,8 g%		
Kordeck, G. 75 J.	12,4 g%	0,23	11,6 g%	+	2,5 %
M 667 I	11,8 g%	0,24	12,0 g%		
Alvensleben, H. 79 J.	12,0 g%	0,252	12,6 g%		0 %
M 3647 II	12,6 g%	0,24	12,0 g%		
Draeger, F. 62 J.	11,7 g%	0,245	12,2 g%	—	5 %
M 290 II	11,2 g%	0,235	11,8 g%		
Luka, E. 60 J.	10,8 g%	0,228	11,5 g%	—	2,7 %
M 235 II	11,0 g%	0,217	10,9 g%		
Geil, D. 18 J.	12,6 g%	0,284	14,2 g%	—	13,9 %
M 1244 I	12,2 g%	0,295	14,6 g%		
Sperling, W. 64 J.	10,9 g%	0,235	11,8 g%	—	8,4 %
M 1326	11,0 g%	0,24	12,0 g%		
Linde, L. 21 J.	11,7 g%	0,242	12,1 g%	—	6,5 %
M 1209 II	11,3 g%	0,252	12,6 g%		
Lenz, W. 19 J.	14,2 g%	0,3	14,9 g%	—	7,3 %
M 625 II	13,9 g%	0,31	15,3 g%		
Czeschka, L. 26 J.	13,8 g%	0,295	14,6 g%	—	6,1 %
M 1259	13,9 g%	0,3	14,9 g%		
Müller, H. 37 J.	12,7 g%	0,31	15,3 g%	—	13,3 %
M 1148 I	13,5 g%	0,31	15,3 g%		
Pechmann, W. 23 J.	7,2 g%	0,136	7,3 g%	+	2,8 %
M 930 I	7,5 g%	0,14	6,9 g%		
Dehler, B. 68 J.	15,8 g%	0,345	16,9 g%	—	9,4 %
M 1327 I	15,2 g%	0,35	17,1 g%		
	15,6 g%	0,34	16,8 g%	—	8,9 %
	15,3 g%	0,349	17,0 g%		
Kleist, H. 50 J.	13,7 g%	0,29	14,4 g%	—	7,6 %
M 1257 I	13,1 g%	0,296	14,7 g%		
Deckert, A. 17 J.	12,9 g%	0,292	14,5 g%	—	12,2 %
M 1279 I	13,0 g%	0,302	15,0 g%		
	13,4 g%	0,292	14,5 g%	—	8,1 %
	13,8 g%	0,307	15,3 g%		

März 1961 Stat. 28	Hb (Sahli)	Extinktwert	Hb (Elektrophot)		△
Stat. 28					
Krüger, E. 84 J.	11,6 g%	0,239	12,0 g%	—	7,1 %
M 437 I	11,8 g%	0,265	13,2 g%		
Matuschka, D. 20 J.	13,6 g%	0,288	14,3 g%	—	4,2 %
M 1882 I	14,0 g%	0,292	14,5 g%		
Fischer, E. 64 J.	14,2 g%	0,3	14,9 g%	—	4,7 %
M 1432 I	14,4 g%	0,308	15,2 g%		
Wurst, A. 79 J.	12,6 g%	0,252	12,6 g%	—	1,5 %
M 1174 II	12,8 g%	0,262	13,1 g%		
Kreowski, A. 75 J.	9,5 g%	0,195	9,8 g%	—	4,1 %
M 1762 I	9,2 g%	0,192	9,7 g%		
Thiele, A. 81 J.	12,2 g%	0,282	14,1 g%	—	11,3 %
M 1468 II	12,9 g%	0,282	14,1 g%		
Cissewski, A. 61 J.	11,5 g%	0,25	12,5 g%	—	8,0 %
F 1529	11,6 g%	0,252	12,6 g%		
Radewald, Ch. 20 J.	12,2 g%	0,25	12,5 g%	—	2,4 %
M 1547 II	12,0 g%	0,246	12,3 g%		
Wüstenberg, G. 59 J.	11,1 g%	0,232	11,7 g%	—	2,6 %
M 1314 II	11,6 g%	0,23	11,6 g%		
Erkner, B. 71 J.	10,0 g%	0,201	10,1 g%	±	0 %
M 1400 I	10,4 g%	0,205	10,3 g%		
Emmersleben, R. 22 J.	14,3 g%	0,308	15,2 g%	—	3,3 %
M 1756	15,0 g%	0,305	15,1 g%		
Wölk, J. 38 J.	13,4 g%	0,292	14,9 g%	—	6,8 %
M 1623 I	13,9 g%	0,292	14,5 g%		
Krüger, J. 46 J.	11,9 g%	0,25	12,5 g%	—	3,2 %
M 1869	12,0 g%	0,245	12,2 g%		
Tietze, H. 58 J.	14,9 g%	0,308	15,2 g%	—	3,3 %
M 1463 I	14,8 g%	0,312	15,4 g%		
April 1961 Stat. 28					
Walter, F. 54 J.	11,4 g%	0,258	12,9 g%	—	6,4 %
M 1649 II	12,0 g%	0,245	12,2 g%		
Meckelberg, K. 60 J.	12,7 g%	0,28	14,0 g%	—	10,0 %
M 1653 II	12,5 g%	0,282	14,1 g%		
Schroeder, G. 78 J.	10,2 g%	0,205	10,3 g%	+	1,0 %
M 1932 II	10,5 g%	0,203	10,2 g%		
Schirok, A. 44 J.	13,8 g%	0,315	15,5 g%	—	3,4 %
M 1941 I	14,4 g%	0,313	15,4 g%		

April 1961 Stat. 28	Hb (Sahli)	Extinktwert	Hb (Elektrophot)	Δ
Stat. 28				
Klauß, W. 67 J.	12,8 g%	0,288	14,3 g%	— 11,2 %
M 1905 I	12,6 g%	0,29	14,4 g+	
Saturmann, K. 19 J.	14,5 g%	0,32	15,8 g%	— 5,8 %
M 1900 I	14,9 g%	0,313	15,4 g%	
Heinemann, A. 44 J.	13,6 g%	0,29	14,4 g%	— 4,8 %
M 1941 I	13,8 g%	0,29	14,4 g%	
Schallamach, M. 84 J.	12,0 g%	0,244	12,2 g%	— 3,2 %
M 1906 I	11,8 g%	0,248	12,4 g%	
Ritter, R. 78 J.	14,3 g%	0,312	15,4 g%	— 8,4 %
M 1496 I	14,0 g%	0,314	15,5 g%	
Jaeschke, M. 87 J.	14,1 g%	0,312	15,4 g%	— 8,5 %
M 1586 II	14,0 g%	0,31	15,3 g%	
Mai 1961 Stat. 27				
Zienicke, V. 74 J.	13,0 g%	0,255	12,7 g%	+ 1,6 %
M 1358 I	13,0 g%	0,26	13,0 g%	
Baberski, L. 60 J.	10,8 g%	0,24	12,0 g%	— 8,3 %
M 1143 I	11,3 g%	0,24	12,0 g%	
Busch, E. 56 J.	11,6 g%	0,253	12,6 g%	— 4,8 %
M 1769 I	12,2 g%	0,248	12,4 g%	
Stalp, E. 56 J.	11,2 g%	0,224	11,3 g%	— 3,5 %
M 1052	10,8 g%	0,228	11,5 g%	
Schinske, M. 40 J.	13,0 g%	0,3	14,9 g%	— 12,6 %
M 3843	13,5 g%	0,31	15,3 g%	
Flanz, O. 58 J.	13,2 g%	0,295	14,6 g%	— 9,7 %
M 1821	13,0 g%	0,29	14,4 g%	
Böck, A. 73 J.	13,4 g%	0,294	14,6 g%	— 12,1 %
M 1743	12,8 g%	0,308	15,2 g%	
Splitt, M. 65 J.	13,1 g%	0,26	13,0 g%	— 1,0 %
M 1432	13,0 g%	0,271	13,5 g%	
Burzig, P. 75 J.	13,0 g%	0,28	14,0 g%	— 7,1 %
M 1258	13,2 g%	0,286	14,2 g%	
Stat. 26				
Bourgun, W. 59 J.	9,0 g%	0,20	10,1 g%	— 11,9 %
M 2108	8,9 g%	0,20	10,1 g%	
Korich, K. 54 J.	13,9 g%	0,305	15,1 g%	— 7,9 %
M 1679	14,0 g%	0,308	15,2 g%	

Stat. 26	Hb (Sahli)	Extinktwert	Hb (Elektrophot)	△
Stat. 26				
Lehmann, P. 71 J.	13,9 g%	0,305	15,1 g%	— 9,1 %
M 2004	14,1 g%	0,318	15,7 g%	
Matzek Stat. 15	12,8 g%	0,31	15,3 g%	— 11,0 %
(ambulant)	13,6 g%	0,298	14,4 g%	

Auswertung

Die relativen Fehler meiner einzelnen Haemoglobinbestimmungen habe ich addiert (unabhängig vom Vorzeichen) und diese Zahl durch die Summe der Haemoglobinbestimmungen dividiert. Der so ermittelte durchschnittliche Fehler der Sahlimethode gegenüber der Cyanhaemiglobinbestimmung beträgt: ± 6,47 %

Auf Grund dieser Zahl betrachte ich das Sahlihaematometer für praktische Zwecke weiterhin als verwendungsfähig. Besonders der praktische Arzt, der sich schnell ein ungefähres Bild vom Haemoglobinwert seines Patienten verschaffen will und dem nicht eine verhältnismäßig unbewegliche und kostspielige Apparatur zur Verfügung steht, wird sich weiterhin des Sahliapparates bedienen können.

Zusammenfassung

Bei 152 Haemoglobinbestimmungen mit dem Sahlihaematometer arbeitete ich unter folgenden Bedingungen:

1. Verwendung von Tageslicht
2. Arbeit in einem Raum mit geringen Temperaturschwankungen
3. Benutzung eines Sahliapparates
4. Verwendung selbstgeeichter Pipetten (die Eichung erfolgte durch Messung der Extinktionsdifferenzen von Farblösungen, die mit diesen Pipetten aufgezogen waren) und selbstgeeichter Vergleichsröhrchen.
5. Exakte Einhaltung der 3-Minuten-Ablesungszeit mittels einer Stoppuhr
6. Zuhilfenahme einer Rekordspritze mit kleiner Kanüle bei der Zugabe von Aqua-dest.-Tropfen zum Haematin
7. Blutentnahmen bei nüchternen Patienten

8. Entnahme von Acrenblut, welches mit dem durch Venenpunktion entnommenen übereinstimmende Haemoglobinwerte ergibt

Die so erhaltenen Sahliwerte verglich ich mit den Cyanmethaemoglobinmeßergebnissen des Bergmann-Photoelektrometers.

Mittels Standardseren der Firma Asid stellte ich mir eine spezifische Eichkurve für das vorliegende Photoelektrometer her.

Der unter diesen Bedingungen erhaltene durchschnittliche Fehler der Sahlihaemoglobinmessungen gegenüber der photoelektrischen Methode beträgt ± 6,47 %.

Literatur

(1) Kilchling: „Zur Technik der Haemoglobinbestimmung" Ärztliches Laboratorium, 2, 67, 91, 1956. — (2) Barkan, G. und Olesk, J.: „Über den Farbwert saurer Haematinlösungen", Biochem. Z. 289, 251, 1937. — (3) Haurowitz: „Die Haemoglobine des Menschen", Zeitschrift für physiolog. Chemie, 232, 125, 1935. — (4) Clotten, R.: „Antwort auf eine Anfrage von Stobbes" Medizinische Welt, 17. 9. 1960. — (5) Danneberg: „Die Herstellung von Cyanmethaemoglobinlösung als Standard" Ärztliches Laboratorium, 3, 205, 1957. — (6) Druckery und Danneberg: „Methodik der Haemoglobinbestimmung" Biochem. Z. 322, 535, 1951—52. — (7) Remmer, H.: „Kritische Wertung der Haemoglobinbestimmungsmethoden" Der Internist, Heft 6, 232, Sept. 1960. — (8) Barkan, G.: „Die optische Bestimmung des Blutfarbstoffs als Oxyhaemoglobin, Haemoglobin u. Haematin" Biochem. Z. 294, 239, 1937. — (9) Betke, K. und Savelsberg, W.: „Stufenphotometrische Haemoglobinbestimmung mittels Cyanhaemiglobin" Biochem. Z. 320, 431, 1950.

Herrn Professor Dr. med. Fritz Trautmann, Chefarzt der II. Inneren Abteilung des Städt. Krankenhauses Berlin-Neukölln, danke ich für die Überlassung des Themas sowie für seine freundliche Hilfe bei der Ausführung dieser Arbeit.

Sonderdruck aus der Zeitschrift
„Berliner Medizin", 12. Jahrgang 1963, Seite 40—47

Lebenslauf

Am 2. November 1934 wurde ich als Sohn des Kreistierarztes Dr. Walter S c h r a d e r in Erfurt geboren.

Die Grundschule absolvierte ich in Weißensee (Thüringen) und in der Hermann-Lietz-Schule Gebesee. Meine Reifeprüfung legte ich 1953 an der Oberschule Rudolstadt ab. Ich studierte von 1953 bis zum bestandenen Physicum an der Humboldt-Universität in Ostberlin. Meine klinische Ausbildung erhielt ich an der Freien Universität Berlin, wo ich 1960 das medizinische Staatsexamen bestand. Anschließend absolvierte ich die Medizinalassistenzzeit in Berlin. Seit dem 1. 5. 1962 bin ich im Krankenhaus Wannsee als Assistenzarzt tätig.